

层次分析法在太阳镜产品质量评价中的应用

■ 许学敏

(厦门市产品质量监督检验院)

摘 要：本文运用层次分析法对太阳镜产品质量的影响因素进行分析，得出了太阳镜产品质量控制的重点要素，为太阳镜产品的质量分析提供了科学的理论依据和指导。

关键词：层次分析法；太阳镜；质量控制

DOI编码：10.3969/j.issn.1002-5944.2019.02.099

太阳镜作为人体眼部防护用品，其质量的高低直接影响着使用者的健康。随着人们健康意识的提升，太阳镜的质量越来越受到人们的关注。影响太阳镜产品质量的因素是多方面的，如何确定这些因素以及其相互关系，是太阳镜产品设计和质量管理的关键。本文引入运筹学家 T.L.Satty 提出的层次分析法，将影响太阳镜产品质量的各因素通过分层解析的方式，理清其相互关系，并计算出各影响因素的权重，为质量管理者进行决策提供更为有利、可靠的依据。

1 层次分析法的原理

层次分析法，简称 AHP，是由美国匹兹堡大学教授 T.L.Satty 于 20 世纪 70 年代提出的一种多目标决策分析方法^[1]。其原理是将与决策有关的因素分解成目标层、准则层、方案层等若干层次，通过对各因素的计算和比较，得出不同因素的权重，为决策者选择最优方案提供参考依据^[2]。

2 层次分析法的步骤

(1) 建立递阶的层次结构：根据对问题的分析，缕清问题所包含的因素，确定出各个因素之间的关联和隶属关系，按这些因素的共同特性，将它们分为目标层、准则层、方案层等多个层次。

(2) 建立两两判断矩阵：判断矩阵表示针对上一层次的某元素，本层次与它有关的元素之前相对重要性的比较，一般形式如表 1 所示。

表 1 判断矩阵的一般形式

A	B ₁	B ₂	……	B _n
B ₁	b ₁₁	b ₁₂	……	b _{1n}
B ₂	b ₂₁	b ₂₂	……	b _{2n}
……	……	……	……	……
B _n	b _{n1}	b _{n2}	……	b _{nn}

判断矩阵中的 b_{ij} 一般采用九分制标度法（定义详见表 2）^[3]，根据资料数据、专家意见或者系统分析人员的经验，经过反复研究后确定。

表 2 九分制标度及其定义

标度 b_{ij}	定义
1	因素 i 与因素 j 同样重要
3	因素 i 比因素 j 稍微重要
5	因素 i 比因素 j 明显重要
7	因素 i 比因素 j 重要得多
9	因素 i 比因素 j 极端重要
2,4,6,8	因素 i 与因素 j 的重要性的标度值介于上述两个相邻的等级之间
标度值的倒数	因素 i 与因素 j 的反比较： $b_{ji}=1/b_{ij}$

(3) 计算各元素权重：通过对判断矩阵的运算，计算出本层所有元素对上一层相关元素的权重，再利用单层次权重的计算结果，进一步综合出对更上一层次元素的权重。通过权重排序，挑选出最优方案。

3 层次分析法在太阳镜产品质量评价中的应用

(1) 建立评价体系

通过对太阳镜相关标准的研究，总结出影响太阳镜产品质量的性能指标 20 个，将这 20 个性能指标归类为六个方面的因素：外观与结构、透射性能、光学性能、安全性能、耐久性能、力学性能，其层次结构及对应的矩阵如表 3 所示。

(2) 建立判断矩阵并计算

通过专家打分的形式，确定各元素之间比较的标度值，建立判断矩阵，利用 YAAHP 软件对矩阵的特征向量 W_i 进行计算并对矩阵进行一致性检验。其中目标层与准则层之间的判断矩阵 A-B 如表 4 所示，准则层与方案层之间的判断矩阵 B-C 如表 5~10 所示。

表 3 太阳镜产品质量评价体系结构

目标层	准则层	方案层
太阳镜 产品 质量 A	外观与结构 B ₁	镜片材料和表面质量 C ₁
		镜架外观质量 C ₂
		装配精度和整形要求 C ₃
	透射性能 B ₂	可见光透射比 C ₄
		光透射比相对偏差 C ₅
		平均透射比（紫外光谱区）C ₆
		色极限 C ₇
	光学性能 B ₃	球镜顶焦度偏差 C ₈
		柱镜顶焦度偏差 C ₉
		棱镜度偏差 C ₁₀
		棱镜度偏差 C ₁₁
	安全性能 B ₄	抗冲击性能 C ₁₂
		阻燃性 C ₁₃
	耐久性能 B ₅	耐疲劳 C ₁₄
		抗汗腐蚀 C ₁₅
		高温尺寸稳定性 C ₁₆
	力学性能 B ₆	抗拉性能 C ₁₇
		鼻梁变形 C ₁₈
		镜片夹持力 C ₁₉
		镀层结合力 C ₂₀

表 4 判断矩阵 A-B

A	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	W
B ₁	1	0.2	0.2	0.3333	0.25	0.25	0.0395
B ₂	5	1	1	4	5	5	0.3429
B ₃	5	1	1	4	5	5	0.3429
B ₄	3	0.25	0.25	1	0.5	0.5	0.0728
B ₅	4	0.2	0.2	2	1	1	0.1009
B ₆	4	0.2	0.2	2	1	1	0.1009
$\lambda_{\max}=6.3674$;C.R.=0.0583 < 0.1(一致性检验通过)							

表 5 判断矩阵 B₁-C

B ₁	C ₁	C ₂	C ₃	W ₁
C ₁	1	5	3	0.637
C ₂	0.2	1	0.3333	0.1047
C ₃	0.3333	3	1	0.2583
$\lambda_{\max}=3.0385$;C.R.=0.0370 < 0.1(一致性检验通过)				

表 6 判断矩阵 B₂-C

B ₂	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	W ₂
C ₄	1	0.25	0.3333	0.3333	3	0.1023
C ₅	0.3333	0.25	0.3333	0.3333	1	0.0647
C ₆	4	1	3	3	4	0.4363
C ₇	3	0.3333	1	1	3	0.1984
C ₈	3	0.3333	1	1	3	0.1984
$\lambda_{\max}=5.2579$;C.R.=0.0576 < 0.1(一致性检验通过)						

表 7 判断矩阵 B₃-C

B ₃	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	W ₃
C ₉	1	1	1	0.3333
C ₁₀	1	1	1	0.3333
C ₁₁	1	1	1	0.3333
$\lambda_{\max}=3.0000$;C.R.=0.0000 < 0.1(一致性检验通过)				

表 8 判断矩阵 B₄-C

B ₄	C ₁₂	C ₁₃	W ₄
C ₁₂	1	0.2	0.1667
C ₁₃	5	1	0.8333
$\lambda_{\max}=2.0000$;C.R.=0.0000 < 0.1(一致性检验通过)			

表 9 判断矩阵 B₅-C

B ₅	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	W ₅
C ₁₄	1	3	5	0.637
C ₁₅	0.3333	1	3	0.2583
C ₁₆	0.2	0.3333	1	0.1047
$\lambda_{\max}=3.0385$;C.R.=0.0370 < 0.1(一致性检验通过)				

表 10 判断矩阵 B₆-C

B ₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉	C ₂₀	W ₆
C ₁₇	1	0.3333	0.5	3	0.1713
C ₁₈	3	1	1	5	0.4011
C ₁₉	2	1	1	5	0.3587
C ₂₀	0.3333	0.2	0.2	1	0.0689
$\lambda_{\max}=4.0341$;C.R.=0.0128 < 0.1(一致性检验通过)					

利用 YAAHP 软件进一步计算出方案层对目标层的组合权重, 并进行排序, 即 20 个性能指标对太阳镜产品质量的影响权重从大到小依次为: 平均透射比（紫外光谱区）（14.96%）、柱镜顶焦度偏差（11.43%）、球镜顶焦度偏差（11.43%）、棱镜度偏差（11.43%）、交通讯号透射比（6.8%）、色极限（6.8%）、耐疲劳（6.43%）、阻燃性（6.07%）、鼻梁变形（4.05%）、镜片夹持力（3.62%）、可见光透射比（3.51%）、抗汗腐蚀（2.61%）、镜片材料和表面质量（2.51%）、光透射比相对偏差（2.22%）、抗拉性能（1.73%）、抗冲击性能（1.21%）、高温尺寸稳定性（1.06%）、装配精度和整形要求（1.02%）、镀层结合力（0.7%）、镜架外观质量（0.41%）。

（3）结果分析。

①上述判断矩阵的 C.R. 值均小于 0.1, 说明判断矩阵具有满意的一致性, 可将其特征向量用于对权重的定量描述。②从准则层对目标层的特征向量上看, 透射性能和光学性能的权重最大, 而安全性能的权重最小, 说明太阳镜产品作为眼部防护产品, 其透射和光学方面的性能最主要的, 这也与产品实际使用功能相符。③从方案层对目标层的权重上看, 太阳镜产品紫外光谱区的平均透射比的权重最大, 而太阳镜的主要功能是减少紫外线对眼睛造成的伤害, 这与方案层的权重排序完全相符。镜架外观权重最小, 说明镜架的外观质量对于太阳镜的质量来说相对重要性较小。

4 结 论

本文运用层次分析法原理对影响太阳镜产品质量的各因素进行分析比较, 经过一系列的检验和计算, 总结出了太阳镜产品质量控制的重点因素, 为质量分析提供了明确的数据指导, 为太阳镜产品研发、设计和质量控制明确了重点方向。

参考文献

- [1] 马乐鸣. 层次分析法在航空产品设计质量管理中的应用[J]. 航空标准化与质量, 2009(16):4-9.
- [2] 严朝宁. 层次分析法在模具产品质量监控中的应用研究[J]. 机械设计与制造工程, 2018(06):119-121.
- [3] 周传和. 电力企业绩效评价体系的构建及其实证研究[D]. 2004.

作者简介

许学敏, 硕士, 工程师, 研究方向: 产品质量测试分析。